

ЕЖЕГОДНАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МЕТАЛЛУРГОВ В ДЮССЕЛЬДОРФЕ (ГЕРМАНИЯ) «СТАЛЬ 2010»

В этом году конференция состоялась под девизом «У прогресса есть традиции». При этом имелось в виду, что после преодоления кризиса появились новые шансы развития отрасли. На конференции должно было присутствовать по официальным данным около 3000 участников – представители промышленности, науки, бизнеса, прессы, государственных органов. На юбилейном заседании института стали ФРГ 12 ноября 2010 г., посвященном его 150-летию, выступил федеральный президент Германии Христиан Вульф (Christian Wulff).

В своей речи федеральный президент отметил роль стали как ведущего промышленного материала для германской и мировой промышленности, а также металлургической отрасли как одного из фундаментов социального государства. Он отметил, что глобализация, хотя и приносит некоторые проблемы, дает немалые преимущества немецкой экономике. Даже если немецкие концерны организуют производство за границей, это сопровождается и внедрением новых рабочих мест в Германии. Президент пожелал немецким металлургам больших успехов на следующий 150-летний период, подчеркнув при этом важность развития у каждого сотрудника чувства личной ответственности за судьбу своего предприятия, своей отрасли, своей страны. При этом он процитировал известного немецкого философа Георга Христофа Лихтенберга (Georg Christoph Lichtenberg): «Что толку от самого прекрасного восхода солнца, если ты не встаешь?»

На конференции обсуждались следующие вопросы:

- Металлургическая промышленность после кризиса. Начало движения вперед?
- Решение проблем материалоемкости и энергоемкости с помощью стали.
- Новое оборудование, новые процессы и продукты.
- Работа по поиску молодых талантов в европейской промышленности.
- Структурные изменения на рынке сырья и их влияние на промышленность и политику
- Будущее производства чугуна и стали в Европе.
- Экологические и энергополитические вопросы в металлургической промышленности.

Состояние отрасли

Максимальный объем производства и потребления стали был достигнут в 2007 г. – 1222 млн. т. Следующий 2008 г. ознаменовался началом мирового финансового и экономического кризиса, который в полной мере проявился в 2009 г. При этом мировое производство стали сократилось на 6,6 %. Как видно из таблицы 1, кризис проявился, однако, в различных регионах и в разных странах мира по-разному. Наиболее уязвимой оказалась экономика и, следовательно, металлургия промышленно развитых стран. В Евросоюзе производство стали сократилось на 35,7 %, в Северной Америке – на 36,2 %. В странах Азии и Африки кризис не оказал никакого влияния на развитие отрасли; производство стали продолжало возрастать. Если условно разделить страны мира на развитые и развивающиеся, то в развитых странах объем производства сократился на 33,5 %, а в развивающихся вырос на 8,7 %. Уже в течение ряда лет безусловным лидером как по объему металлургического производства, так и по темпам его развития является Китай. В самом тяжелом для мировой экономики 2009 г. объем производства стали в Китае возрос на 24,8 % и составил лишь немногим менее половины всего мирового производства. Успехи Китая в развитии отрасли столь разительны, что многие эксперты предлагают анализировать отдельно состояние металлургии Китая и всего остального мира. В 2009 г. продолжал расти объем производства и в другой развивающейся азиатской стране – Индии (7,5 %). После Китая и США Индия успешно вышла на 3-е место в мире по производству стали.

Нынешний 2010 г. характеризуется не только стабилизацией дел в отрасли, но и уверенным движением вперед, что можно рассматривать как преодоление кризисной ситуации. По прогнозам рост производства стали в мире составит по сравнению с кризисным 2009 г. 13,1 %, в т.ч. в развитых странах 23,2 %, в развивающихся – 9,5 %. При этом предполагается существенное замедление темпов роста в Китае – всего 6,7 %. Объем производства в Индии возрастет на 8,2 %. Общий объем производства стали в 2010 г. должен превзойти рекордный показатель докризисного 2007 года. Эксперты считают, что в 2011 г. объем мирового производства стали достигнет отметки 1340 млн. т. Хотя темпы роста производства в Китае будут и далее замедляться (предположительно 3,5 %), Китай по-прежнему будет занимать лидирующее положение в отрасли, производя около 45 % мирового объема стали. Объем производства стали в Индии вырастет в 2011 г. предположительно на 13,6 %. Можно полагать, что по темпам роста металлургического производства Индия выйдет в 2011 г. на первое место в мире.

Таблица 1 – Объем производства стали в различных регионах мира (данные 2010 и 2011 г.г. представлены согласно прогнозу)

Регионы	Объем производства, млн.т			Изменение по сравнению с предыдущим годом, %		
	2009	2010	2011	2009	2010	2011
Евросоюз (27)	117,2	139,4	147,4	-35,7	18,9	5,7
Остальные европейские страны	23,9	28,7	31,4	-17,3	20,1	9,5
США, Канада и Мексика	82,7	108,5	118	-36,2	31,3	8,7
Страны СНГ	35,8	45,3	50,3	-28,3	26,5	11,1
Центральная и Южная Америка	34,1	43,6	47,6	-23,6	28,2	9,1
Африка	26,6	28	30	9,7	5,1	7,1
Средний Восток	42,2	45,6	47,6	-7,5	7,9	4,4
Азия и Океания	762,8	833,1	867,4	8,9	9,2	4,1
Всего в мире	1125,3	1272,2	1339,7	-6,6	13,1	5,3
В т.ч.: Развитые страны	291,3	358,8	375,3	-33,5	23,2	4,6
Развивающиеся страны	834,1	913,4	964,4	8,7	9,5	5,6
В т.ч. Китай	542,4	578,7	599	24,8	6,7	3,5
Мировое производство без Китая	582,9	693,5	740,7	-24,4	19	6,8

В Японии производство стали в кризисном 2009 г. снизилось на 32,3 %. В 2010 г. ожидается рост производства на 19,1 %, что существенно выше ожидаемого, благодаря усилившемуся экспорту. Это позволит в 2011 г. выйти на объем производства 62 млн. т, что составит лишь 76 % от объема докризисного 2007 года. Оказались существенно затронуты кризисом и страны СНГ, в которых объем производства сократился в среднем на 28,3 %, в т.ч. в Украине – на 43 %. В 2010 г. предполагаемый рост производства в регионе составит 26,5 %, в 2011 г. – 11,1 %, что приведет к объему производства на уровне 89 % от пика 2007 года.

Представляются интересными в мировом аспекте и перспективы развития металлургии в России. Основанный недавно российский стальной консорциум стал в октябре с.г. ассоциативным членом World Steel Association. В соответствии с прогнозами объем мощностей для производства жидкой стали возрастет в 2016 г. до 116 млн. т, т.е. на 41 % по сравнению с 2009 г. (81,1 млн. т). Российская металлургия ставит целью стать более эффективной и конкурентоспособной при сбалансированном соотношении внутреннего потребления и экспорта стали. При этом хорошие перспективы открывает тесный контакт между отраслью и правительством России. Существенную положительную роль должно сыграть изменение российского законодательства по охране окружающей среды и создание новых стандартов. Для обеспечения конкурентоспособности необходима модернизация оборудования и снижение расходов.

Быстро выходит из кризиса и металлургия Германии. В рекордном 2007 г. производство стали составляло 48,5 млн.т. Снижение объема производства в 2009 г. было весьма значительным – до 32,7 млн. т, т.е. на 32,6 %.

В 2010 г. будет предположительно произведено около 44 млн. т, прирост на 34,6 %. Прирост производства связан в значительной степени с увеличением экспорта высококачественной стали в Бразилию, Россию, Китай и другие развивающиеся страны. В 2009 г. в отрасли было потеряно около 3000 рабочих мест, при этом общее число занятых в отрасли составляло около 92000. Сейчас число работающих стабилизировалось. Кроме постоянных работников, в отрасли занято около 3000 временных работников. Чтобы оценить, однако, роль металлургии в динамике занятости населения Германии, надо учесть и металлообрабатывающую промышленность. С учетом этого в производстве и обработке стали занято около 3,5 млн. человек, т.е. около 10 % всех трудящихся страны.

Президент хозяйственно-промышленного объединения «Сталь» Ханс Юрген Керкхофф (Hans Juergen Kerkhoff) видит, однако, серьезные проблемы в будущем развитии отрасли в связи с некоторыми политическими мерами германского правительства и руководства Евросоюза. Первым таким мероприятием он считает повышение энергетического налога. Хотя эта мера была ожидаемой, но повышение налога на 50 % ляжет достаточно тяжелым бременем на отрасль. Второй такой мерой является недавно принятый в Германии закон о развитии новых видов энергии. Правительство планирует к 2050 г. долю использования электроэнергии из возобновляемых источников повысить до 80 %. Для финансирования развития новых источников энергии должны нынешние производители электроэнергии вносить определенные финансовые взносы, которые они, естественно, перекладывают на потребителей. Металлургическая отрасль в связи с этим должна считаться в 2011 г. с дополнительными расходами в размере около 100 млн. евро. Такая ситуация приведет к повышению стоимости германской металлургической продукции, а, следовательно, к уменьшению ее конкурентоспособности. Третья проблема обусловлена решениями не германского правительства, а Евросоюза. Речь идет о сертификатах на выбросы CO₂. Еврокомиссия намерена с 2013 г. ужесточить распределение этих сертификатов. При этом металлургии будут ущемлены вдвойне. С одной стороны сама металлургия неизбежно выбрасывает углекислоту и вынуждена приобретать сертификаты. С другой стороны в таком же положении находятся и энергетики, что приведет к подорожанию электроэнергии и ляжет дополнительной финансовой нагрузкой на сталепроизводителей.

Следующей проблемой, стоящей перед металлургами, являются, как и раньше, постоянно растущие цены на сырье. Этот вопрос был освещен членом правления концерна Тиссен Крупп Европа (Thyssen Krupp Europa AG) Петером Урбаном (Peter Urban). Концерн, как и другие предприятия Германии, вынужден закупать сырье, в первую очередь железную руду и коксующийся уголь, для производства высококачественных листовых сталей за границей. До 2009 г. это осуществлялось на основе годичных договоров с крупными мировыми поставщиками, которые удерживали твердые цены. В результате возрастающего спроса к началу 2010 г. удалось крупнейшим поставщикам железной руды изменить систему поставок по всему миру с гарантией цен поквартально. В результате с 1 апреля 2010 г. цены на руду повысились на 91 %, а в следующем квартале еще на 35 %. Такие же изменения произошли и на рынке коксующихся углей. С 1 апреля 2010 г. цена повысилась на 55 %, а с 1 июля еще на 12,5 %. В результате таких изменений металлургии вынуждены переходить по возможности к поставкам сырьевых материалов от более мелких горнодобывающих предприятий, которые пока не в состоянии очень жестко диктовать цены. В то же время нельзя не считаться с наличием жесткой концентрации в производстве сырых материалов. Олигархия трех крупнейших поставщиков железной руды BHP Billiton, Rio Tinto и VALE концентрирует около 70 % мировой торговли, что не может не влиять на формирование цены. Аналогична и ситуация на рынке коксующихся углей. Доля расходов на сырьевые материалы и электроэнергию составляет в себестоимости стали около 72 %. Поэтому возрастание цен на сырье, конечно же, приводит к подорожанию стали. В связи с этим и металлургии вынуждены постепенно переходить со своими потребителями также вместо годовых на полугодовые или квартальные договора.

Недавно сообщено о решении правительства Германии создать Немецкое агентство по сырью, которое будет заниматься решением проблемы на государственном уровне. По заказу производства агентство будет искать потенциальных партнеров по сырьевым сделкам. Особое внимание будет при этом уделено странам, располагающим месторождениями редкоземельных металлов. Последние необходимы при производстве смартфонов, телевизоров с жидкокристаллическим экраном, гибридных двигателей, солнечных батарей и ветрогенераторов. Агентство будет способствовать осуществлению участия германских предприятий в разработке сырьевых источников за рубежом.

Ларс-Эрик Ааро (Lars-Eric Aaro), руководитель шведской компании LKAB, остановился на проблемах рынка железной руды и роли своей компании в решении этой проблемы. Компания является ведущим поставщиком железной руды и окатышей в Европе. Холдинг эксплуатирует подземные рудники, которые находятся в городах Кируна и Мальцбергет на севере Швеции. Предприятие было основано в 1890 г. и с 1950 г. находится в собственности государства. В компании работает сейчас около 4000 сотрудников, из них 15 % за рубежом, т.к. компания имеет свои представительства в 15 странах мира. Основными производственными подразделениями являются железорудные рудники, перерабатывающие предприятия и морские порты в Швеции и Норвегии. 71 % своей продукции компания поставляет в европейские страны. В последние годы компания открывает для себя все в большей степени рынки Африки, Ближнего Востока и Азии. О динамике развития свидетельствуют следующие данные: в 2001 г. объем производства составлял 19 млн. т, в 2006 – 23,3 млн. т, в 2009 г. – 28 млн.т. Руководитель считает, что компания в состоянии в ближайшее время повысить объем производства до 37 млн. т. По итогам первой половины

этого года прибыль компании составила 4,74 млрд. крон (645 млн. долларов).

Недавно компания начала разработку нового рудника. Gruvberget, который находится в 60 км к юго-востоку от г. Кируна. Этот проект считается крупнейшим среди аналогичных в Европе. Концерн инвестирует в разработку данного месторождения порядка 30,7 млн. долларов. Компания намерена построить новый завод, который предположительно будет специализироваться на производстве прямовосстановленного или горячбрикетированного железа. По прогнозам предприятие должно быть введено в эксплуатацию в конце 2011 – начале 2012 года. Строительство завода является частью программы по сокращению выбросов CO₂ в атмосферу. В качестве источника энергии на предприятии будет использоваться смесь природного газа и отработанных газов.

Наряду с LKAB добычу руды в пограничных районах Швеции и Норвегии планирует вести канадская компания Northland, с 2012 г. в Швеции на руднике Каунисваара в районе Пайала, затем на руднике Ханнукаинен в районе Колари на финской границе. При разработке технико-экономического обоснования проекта встал вопрос о путях вывоза продукции в другие страны, в частности, в Китай. Наиболее перспективным является вариант использования норвежского незамерзающего глубоководного порта Нарвик, куда уже поступает руда с существующих предприятий компании LKAB. Для этого рядом с уже существующим терминалом LKAB предполагается построить еще один крупный терминал. Интересно, что продукцию в терминал предполагается транспортировать не только по железной дороге, но и с помощью тяжелого автотранспорта. Железорудный концентрат будет доставляться по железной дороге в Сваппаваара. Между Сваппаваара и Нарвиком будут курсировать с интервалом 10 минут 170-т самосвалы «Каттерпиллер», для чего потребуются специальная корректировка правил дорожного движения в части допустимого тоннажа автомобилей.

В докладе представителя концерна Thyssen Krupp Europa AG д-ра-инж. Петер Шмеле (Peter Schmoele) рассмотрены вопросы динамики производства чугуна и перспективности доменного производства. В мировой прессе в конце прошлого века была организована мощная пропагандистская кампания, суть которой состояла в том, что появление альтернативных бездоменных процессов получения чугуна и стали (Finex, Cogex) в скором времени полностью вытеснит доменное производство. В последние годы доказано, что расход энергоносителей в альтернативных процессах от 2 до 5 раз превышает их расход при использовании традиционной технологии. Многие из альтернативных технологий связаны с большим расходом природного газа. Сегодня по бездоменной технологии получают 4 % от общего количества стали, а это меньше, чем в конце прошлого века. По современному прогнозу даже через 20–30 лет 85 % металла будет производиться по традиционной технологии и только 10–15 % с помощью твердофазных восстановительных альтернативных технологий, которые целесообразно применять лишь в специфических условиях. Таким образом, они не могут составить конкуренции доменному производству. В 2009 г. 66,4 % стали было выплавлено с использованием чугуна и только около 30 % с помощью скрап-процесса.

До 1970 г. Германия производила 7...8 млн. т кокса, что не только хватало для внутренних нужд, но и позволяло его экспортировать. Делались прогнозы «безкоксовой металлургии», которые также не оправдались. Использовать в значительных промышленных объемах другие восстановители оказалось невозможным. Предпринимаются постоянные усилия по снижению расхода кокса в доменном производстве, что диктуется, кроме прочего, также требованиями политиков о снижении выбросов CO₂. Но это снижение имеет пределы, диктуемые законами термодинамики. Если бы выбросы CO₂ в других странах были такими же низкими, как в Германии, то количество CO₂, выбрасываемого в атмосферу, снизилось бы на 183 млн. т в год. В настоящее время кокс в Германию импортируется. Такое же положение с железной рудой. Если в 1970 г. руда в Германию поставлялась преимущественно из европейских стран, главным образом, Швеции и Франции, и только 13,3 млн. т из Бразилии, то сейчас положение в корне изменилось: основными поставщиками руды являются Бразилия и Канада (около 70 млн. т). В 1985 г. в Германии работало 34 доменные печи, выпускавшие в год 33,1 млн. т чугуна. За истекшие 25 лет многие устаревшие агрегаты выведены из строя, некоторые подверглись существенной реконструкции, построены новые более мощные. Сейчас в эксплуатации находится только 15 доменных печей, но объем производства чугуна сохраняется на уровне 30 млн. т. Все это свидетельствует о том, что доменный процесс в обозримом будущем будет продолжать играть решающую роль для получения чугуна в металлургии.

Доклад представителя концерна Thyssen Krupp Europa AG д-ра-инж. Михаэля Йокша (Michael Joksch) был посвящен проблемам энергообеспечения отрасли. Как известно, процессы производства и обработки стали весьма энергоемки. Так, на предприятиях Thyssen Krupp в Дуйсбурге удельный расход энергии составляет 21 ГДж/т. Перспективы дальнейшего снижения энергоемкости практически отсутствуют, т.к. теоретическое значение составляет 17,5 ГДж/т. В то же время Германия провозгласила стратегию на развитие новых источников электроэнергии при общем снижении объема ее производства. Как уже отмечалось, к 2050 г. 80 % электроэнергии должно производиться из возобновляемых источников, а общее производство электроэнергии сократится с 637 до 478 тыс. кВтЧч. В этой концепции совершенно не учитываются потребности промышленности.

В настоящее время в Германии используются следующие энергоресурсы для производства электроэнергии: бурый уголь (25 %), ядерное топливо (23 %), каменный уголь (18 %), возобновляемые источники – экологически чистая энергия (16 %), природный газ (13 %), другие энергоносители (5 %). Считают, что имеющиеся резервы

углей достаточны до 2207 г., а их ресурсы – до 3425 г. Соответственно резервы и ресурсы природного газа и содержащих его веществ достаточны до 2064 и 2766 г.г., в то время как резервы и ресурсы нефти и нефтепродуктов – всего до 2062 и 2157 г.г.

Работы по снижению энергоемкости проводятся на всех этапах металлургического производства. В доменном производстве применение природного газа и кислорода при использовании короткого пламени повышает производительность процесса примерно на 8 %. В сталеплавильном и прокатном производстве широко используются теплообменники (рекуператоры, регенераторы). Принципиально новые перспективы энергосбережения открывает все расширяющееся применение различных видов непрерывной разливки стали. Автор видит серьезные перспективы в создании комплексов металлургических предприятий с тепловыми электростанциями, где в качестве топлива можно использовать вторичные продукты производства, например, колошниковый газ. Колошниковый газ можно также шире использовать для бытовых целей, например, для теплоцентралей. Поэтому рассматривать вопросы энергосбережения и охраны окружающей среды в металлургии нужно с учетом возможного использования вторичных продуктов металлургического производства.

Аналогичные вопросы, правда, применительно к своему конкретному предприятию, рассмотрел в своем докладе представитель Saarstahl AG Клаус Харсте (Klaus Harste). Он отметил, что два рядом расположенные металлургические предприятия Saarstahl AG и Dillinger Huette потребляют около 16 % всей потребляемой в земле Saarland электроэнергии.

Как видно из рис. 1, потребление электроэнергии на предприятии за период 2004–2010 г.г. практически не изменилось и находилось в пределах 650...700 тыс. МВт·ч в год. Заметное снижение расхода в 2009 г. связано с уменьшением объема производства. В то же время почти в 4 раза выросло энергообеспечение за счет природного газа – до 628 тыс. МВт·ч в год. Рис. 2 показывает изменение расхода энергоносителей при производстве 1 т чугуна за период с 1950 до 2000 г. Как видно из рисунка, расход кокса уменьшился больше, чем вдвое – от 1000 до 380 кг/т. В то же время уже с середины 60-х годов началось применение распыленных нефтепродуктов, а затем и пылеугольного топлива. К концу прошлого века их суммарный расход составлял около 100 кг/т жидкого чугуна. Из приведенных данных видно, что предприятие достигло значительных успехов в направлении энергоэффективности производства, в первую очередь, за счет совершенствования доменного производства и укрупнения агрегатов.

Важным направлением является также интегрирование металлургического производства с энергетикой. В 2005 г. было принято решение о строительстве электростанции с использованием колошникового газа мощностью около 90 МВт. Объем инвестиций должен был составить 120 млн. евро. В настоящее время завершение строительства находится под угрозой. Недавно принятые в Германии законы о новой энергетической политике и инвестировании разработок по возобновляемым источникам энергии, наряду с ужесточением европейского законодательства по эмиссии CO₂, ставят вопрос об экономической эффективности этих инвестиций. Подобные действия руководства страны и Евросоюза ставят под серьезную угрозу дальнейшее существование энергоемких промышленных производств. Перед металлургической промышленностью встает классический вопрос: Quo vadis – куда идти? На этот вопрос однозначного ответа пока нет.

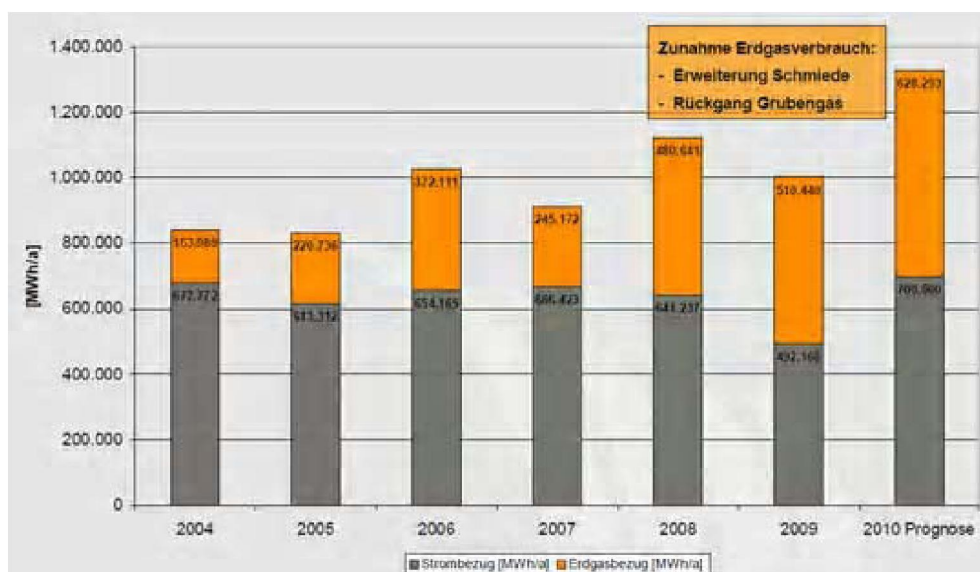


Рис. 1. Динамика потребления электроэнергии и природного газа на предприятии Saarstahl AG

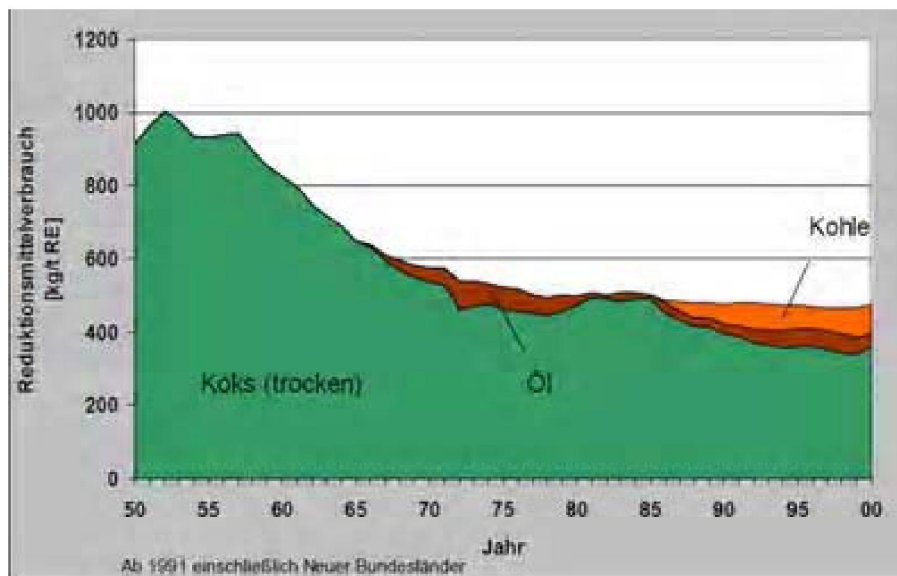


Рис. 2. Динамика расхода энергоносителей (кокса, распыленных нефтепродуктов - Öl - и угля -Kohle-) на 1 т чугуна на предприятии Saarstahl AG. за период 1950–2000 г.г.

Сталь как эффективный промышленный материал

Д-р-инж. Карстен Крос (Karsten Kroos), представитель Thyssen Krupp AG, рассмотрел в своем докладе новые требования к стали в связи с развитием электромобилестроения.

Фирма BMW начала подготовку к серийному выпуску в 2013 году электромобиля под условным названием Megacity Vehicle (MCV). Сообщается, что на MCV будут использованы компоненты, опробованные на спортивном концепте Vision Efficient Dynamics. Он был представлен на франкфуртском салоне в прошлом году как гибрид (дизель с двумя электромоторами) и разогнался до скорости 250 км/час. MCV будет двигаться со скоростью 60 км/час на электротяге, поскольку проектируется как городская машина. В MCV водитель и пассажиры будут сидеть на 30 сантиметров выше, чем в Vision Efficient Dynamics, поскольку под сиденьями находятся батареи. Внешний вид, скорее всего, будет отличаться от Vision Efficient Dynamics, но двери-крылья, видимо, сохранятся (рис. 3).

Уже само название Megacity Vehicle подчеркивает, что автомобиль предназначен для крупных городов – мегаполисов. А потому он должен быть компактным, экономичным, экологичным и дешевым. Намерение действительно революционное, ведь пока электромобиль не может быть ни дешевым, ни экономичным, ни компактным. Экологичным, правда, он является по определению, поскольку электромотор не дает выброса CO₂. Дешевизна у BMW – понятие относительное. И потому, что это BMW, а у него не бывает «бюджетных» авто. И потому, что все подготовительные работы стоят огромных денег – общий объем затрат превысит 500 миллионов евро. Только строительство специального сборочного цеха на заводе BMW в Лейпциге обойдется в 400 миллионов. Огромных денег требует и освоение новых технологий, ранее не применявшихся на BMW. В первую очередь надо говорить об аккумуляторах, которые заметно увеличивают вес автомобиля (примерно на 200 кг) и производство которых в принципе не может быть экологически чистым. Стоимость одного аккумулятора составляет около 5000 евро.



Рис. 3. Предполагаемый внешний вид электромобиля Megacity Vehicle

Немецкие конкуренты BMW – Daimler и Audi также готовятся выйти на рынок со своими электромобилями. Daimler испытывает уже второе «поколение» E-Smart. Первое в продажу, правда, не поступало, проводились лишь испытания эксплуатационных качеств. Второе поколение обещано к 2012 году. С сентября 2010 года в Раштатте (ФРГ) идет малосерийный выпуск электрической версии (E-Version) Mercedes-Benz A- класса. Audi намерен в 2012 году начать малосерийное производство своего спорткара E-tron Ende. Уже в ближайшее время выйдет на рынки, в т.ч. европейские, японский электромобиль Mitsubishi i-MiEV. Японская фирма Toyota кооперируется в создании электромобилей с американской фирмой Tesla.

Чтобы компенсировать повышение веса машины из-за аккумуляторов, необходимо применить все возможные меры для облегчения конструкции. Поэтому BMW планирует отказаться от стали как основного материала. Кузов MCV будет выполнен с использованием сверхлегкого, но высокопрочного композитного углепластика. Впервые в мире для строительства серийных машин будет использован карбон. BMW объединился для этого с американской фирмой SGL Carbon – лидером отрасли. В апреле на западном побережье США начали строить завод для изготовления углепластика. Этот процесс, как уверяют американцы, происходит без выделения каких бы то ни было вредных веществ. Материал в виде нитей должен поступать из США. В Германии – в Вакерсдорфе и Ландсхуте – из него будут изготавливать полосы и «штамповать» детали корпуса, которые затем отправятся в Лейпциг. Карбон, однако, в три-пять раз дороже алюминия и в 40 раз дороже стали. Кроме того, он легко расщепляется, что создает дополнительные проблемы для конструкторов, отмечает Штефан Братцель, руководитель исследовательского центра автопрома в Бергиш Гладбахе. Братцель напоминает, что авиастроители пытались использовать карбон при создании авиалайнера Boeing 787 «Dreamliner», но отказались именно из-за сложности его обработки.

В проекте «Super Light Car» для кузова использован композиционный материал, состоящий на 53 % из алюминия, на 36 % из стали, на 7 % из магния и на 4 % из армированной волокнами пластмассы. Эксперты все чаще приходят к мнению, что при организации массового производства доступного и надежного электромобиля нельзя будет обойтись без стальных частей кузова. В связи с этим недавно разработан по инициативе американского Iron and Steel Institut международный проект Future Steel Vecicle, предусматривающий концентрацию усилий основных промышленных стран на решение проблемы разработки специальных сталей для автомобиле- и электромобилестроения.

У этого проекта есть хорошие шансы на реализацию. В Германии имеются уже серьезные разработки у ряда металлургических концернов, в частности, у ThyssenKrupp. Последний выпускает высокопрочные листы для автомобилестроения: горячекатаные из сталей марок CP-W®800 и CP-W®1000, холоднокатаные из сталей CP-K®60/78 и CP-K®70/98. Число в обозначении марки горячекатанной стали соответствует значению предела прочности, МПа, в обозначении марок холоднокатаных сталей числитель соответствует минимальному значению предела текучести, знаменатель – предела прочности (0,1 у, МПа). Стали содержат (в % макс.): углерода 0,12 (стали CP-W®800 и CP-K®60/78) или 0,17 (стали CP-W®1000 и CP-K®70/98), марганца 2,20, кремния 0,80, фосфора 0,040, хрома+молибдена 1,00, серы 0,015, ниобия+ титана 0,15, алюминия 1,20, ванадия 0,20, бора 0,005. В результате соответствующего химического состава и специально организованного процесса горячей прокатки многофазные стали проявляют особо тонкую структуру, состоящую из определенных структурных частей феррита и бейнита, которая в сочетании с дисперсионным твердением обеспечивает особую комбинацию свойств высокой прочности и износостойкости с хорошим формообразованием при холодной деформации и хорошей свариваемостью. Термическая обработка (дисперсионное твердение при 170 °С с выдержкой 20 минут) повышает прочностные свойства на 30...70 МПа.

Новые перспективы открывает применение трехфазных сталей с нанопроочнением. В ближайшем будущем поступит на рынок сталь TPN-W 900. Структура этой стали состоит из феррита, бейнита и остаточного аустенита с тонкими карбидами с размерами в нанометрической области. Эта сталь будет выпускаться в виде горячекатанной полосы толщиной от 1,6 до 4,0 мм при ширине до 1400 мм. В качестве поверхностной антикоррозионной обработки предполагается электролитическое цинкование. Минимальное значение предела прочности 900 МПа, предела текучести 750 МПа, относительного удлинения 15 %. Сталь предполагается использовать для монолитных частей дверной рамы автомобиля.

Уже в настоящее время должна начаться поставка сверхвысокопрочной тонколистовой стали MBW 1900. В качестве основных легирующих элементов используются марганец и бор. Она будет поставляться как в горяче- так и в холоднокатанном состоянии в полосах толщиной от 1,5 до 3,0 мм и шириной до 1550 мм. Эта сталь позволяет получить после определенной термической обработки минимальные значения предела текучести 1000 МПа, предела прочности 1900 МПа при относительном удлинении 5 %. Основная область применения этой стали – несущие конструкции автомобиля, например, боковая несущая рама или дверные рамы, бампер, т.е. детали, от которых требуется особо высокая прочность, надежность и ударостойкость. Детали изготавливаются горячей штамповкой. При этом ThyssenKrupp предложил интересную технологию градиентного упрочнения деталей. У дверной рамы, например, в ряде случаев желательно в нижней части иметь менее высокую прочность, но более высокую пластичность, поскольку эта часть должна при необходимости демпфировать энергию удара, в верхней же части – более высокую прочность. Для получения таких свойств штамповочный инструмент нагревают по-разному: до более высокой температуры в части, соответствующей низу рамы, и до более низкой температуры в части, соответствующей ее верху. Это приводит к различию скоростей охлаждения. В результате внизу рамы получают прочность порядка 700 МПа при относительном удлинении 15 %, а сверху соответственно 1900 и 5. Переходная область составляет от 15 до 60 мм. Последние разработки на ThyssenKrupp проводились в рамках проекта InCar, общая стоимость которого составила 35 млн. евро и в котором было занято около 100 инженеров и техников на 12 предприятиях концерна.

Даже при производстве листовых конструкций, например, для крыши, использование стали может оказаться перспективным, особенно в сочетании с другими материалами. Предложено использовать слоистый материал типа сэндвич, два наружных слоя которого – стальные листы толщиной соответственно 0,2 и 0,3 мм, а срединный слой –

полимер толщиной 0,4 мм. Крыша из такого материала на 38 % легче стальной, но на 33 % дороже. Следует отметить, что применение алюминия во многих случаях не имеет большого смысла. Если учесть различия необходимых толщин за счет применения высокопрочных сталей, то стальная конструкция может оказаться всего на 4...5 % тяжелее, но на 50 % дешевле. В заключение отметим, что германское правительство придает очень большое значение развитию электромобилестроения. По правительственной концепции уже в 2020 г. в Германии должно находиться в действии не менее 1 млн. электромобилей, в 2040 г. – 5 млн. Для развития отрасли предусмотрены государственные инвестиции в объеме 200 млн. евро.

Большой интерес вызвал доклад представителя исследовательского центра CERN д-ра Стефано Сгобба (Stefano Sgobba) об изыскании новых сталей для проекта CERN (большой адронный коллайдер). Одна из материаловедческих проблем при работах над созданием большого адронного коллайдера состояла в разработке стали для экранирования магнитных конструкций, что необходимо для стабильности работы магнитов. Такая сталь должна быть полностью немагнитной, т.е. сохранять аустенитную структуру вплоть до гелиевых температур, обладать высокими механическими свойствами, хорошей свариваемостью, в т.ч. устойчивостью против горячих трещин. Существующие стали (напр., Nitronik 40 или UNS 21904 на основе марганца и никеля) не проявляли достаточной устойчивости против выделений феррита в области сварного соединения или мартенситного превращения при деформации и не могли быть использованы для решения поставленной в проекте задачи. Новая сталь, которая по существующей классификации может быть обозначена как 19Cr11Ni12Mn0,9Mo0,012C0,33N и получившая название P506, содержит (%): C = 0,12, Si = 0,23, Mn = 12,05, P = 0,005, S = 0,001, Cr = 19,18, Mo = 0,86, Ni = 10,90, Cu = 0,04, Co < 0,05, B < 0,01, N = 0,33.

Химсостав и микроструктура стали обеспечивают немагнитное поведение базового металла (благодаря повышенному содержанию марганца), полностью аустенитное немагнитное состояние в сварном соединении (благодаря повышенному содержанию никеля) и отсутствие склонности к горячим трещинам (благодаря повышенной чистоте металла). Повышенная стабильность к спонтанному или инициируемому напряжением мартенситному превращению (изменения температуры при эксплуатации экрана могут происходить от комнатных до криогенных температур) достигается общим повышением степени легированности. Сталь обладает высокими механическими свойствами, что необходимо в случае охлаждения магнитов. При комнатной температуре свойства находятся на следующем уровне (продольное/поперечное направление): предел текучести 405/418 МПа, предел прочности 730/758 МПа, деформация при разрушении 47/46 %, при температуре 77°K соответственно 1180/1120 МПа, 1760/1715 МПа, 57/45 %, при температуре 4,2°K – 1620/1700 МПа, 2115/2105 МПа, 18/15 %. Ударные испытания по ISO образцов с V-образным надрезом показали работу разрушения при 4,2 °C более 200 Дж, при комнатной температуре – более 300. Как видно из приведенных данных, свойства достаточно изотропны. Высокая пластичность при низких температурах достигается благодаря низкому содержанию включений, отсутствию нитридов и очень однородной микроструктуре. Указанные свойства в сочетании с высокой коррозионной стойкостью (благодаря повышенному содержанию азота) обеспечивают успешное применение стали в проекте CERN.

Сталь производится на предприятии Voehler Edelstahl GmbH в Австрии. Сталь выплавляют в вакуумной индукционной печи, подвергают электрошлаковому переплаву, ковке на промежуточные заготовки, горячей прокатке в листы толщиной 3,0 мм и последующей холодной прокатке в листы толщиной 2,0, шириной 200 и длиной до 300 мм (вес до 900 кг). Промежуточные поковки и окончательный холоднокатанный лист подвергают полному ультразвуковому контролю. На рис. 4 показана микроструктура сварного соединения этой стали. В основном металле видна однородная аустенитная структура без включений. В переходной зоне трещины отсутствуют.

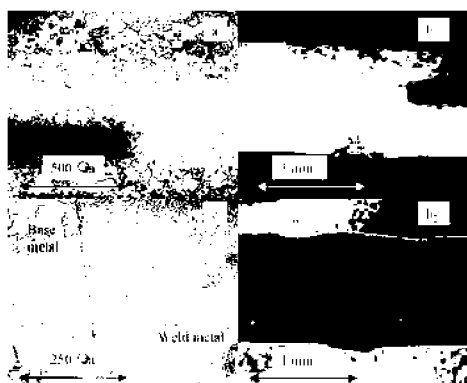


Рис. 4. Микроструктура стали P506 (по С. Сгобба): а – основной металл, б – поперечное сечение сварного шва (в 1 – светлое поле, в 2 – темное поле, травление реактивом Мураками), в – переходная зона от основного к наплавленному металлу

Предложен также вариант аустенитной немагнитной стали, получаемой методом порошковой металлургии, что позволяет еще более повысить чистоту металла. Сталь получила название PM316LN (PM-Powder Metallurgy). Порошок имел следующий химический состав (%): C = 0,017, Cr = 16,98, Ni = 13,07, Mn = 0,71, Mo = 0,53, N = 0,16, Si = 0,59, P = 0,012, S = 0,05. После гомогенизирующего отжига структура была чисто аустенитной без заметных при увеличении $\times 500$ включений нитридов или карбонитридов. Типичный размер зерна – балл 6,7. При комнатной температуре предел текучести составляет 334 МПа, при 4,2°K – 1118 МПа, предел прочности соответственно 664 и 1768 МПа, деформация при разрушении 49 и 45 %. Интересно, что в этом случае высокие значения прочности при криогенной температуре сочетаются с высоким относительным удлинением (45 %), близким к его значению при комнатной темпера-

туре. Механические свойства сварного шва оказываются выше, чем основного металла. Значения работы разрушения при ударе у порошковой стали ниже, чем у ковальной аналогичного состава, но существенно выше минимально требуемого значения 40 Дж. На основании полученных результатов уже изготовлено два дипольных магнита. Вопрос о серийном применении порошковой стали будет решаться в зависимости от результатов технико-экономического анализа.

Ряд докладов был посвящен развитию строительства ветряных электростанций и соответствующим задачам металлургической отрасли (Jochen Bard, Fraunhofer-Institut fuer Windenergie und Energiesystemtechnik, Dr. Stephan Bormann, BARD Holding GmbH, Dr. Alexander Mitzlaff, IMS Ingenieurgesellschaft mbH). С января 2009 г. начало функционировать новое подразделение в исследовательской сети организаций Fraunhofer, предназначенное для решения научных и научно-технических проблем, связанных со строительством ветряных электростанций. Подразделение состоит из двух филиалов, находящихся в Касселе и Бремерхафене, в нем заняты около 120 высококвалифицированных сотрудников. Объем финансирования будет доведен в 2012 г. до 21 млн. евро. В своей работе институт исходит из последних директив Евросоюза, провозглашенных 30 июня 2012 г., согласно которым к 2020 г. доля электроэнергии, получаемой из возобновляемых природных ресурсов должна составить не менее 18 %. Основные задачи, которые ставит перед собой институт: снижение веса конструкции башни с ротором, дальнейшее развитие приводной системы, оптимизация синхронных генераторов на постоянных магнитах. Институт проводит и серьезные исследования в области развития методов испытаний материалов и конструкций. Особое внимание уделяется созданию методов испытаний материалов при сложно-напряженном состоянии, а также установлению корреляций между результатами испытаний материалов на образцах и их поведением в реальных конструкциях.

Одним из интересных технических решений в области конструкции башни является применение материала типа сэндвич. Внутренняя и наружная стенки трубы изготавливаются из стали, промежуточный слой состоит из полимерного материала: эластомеры, эпоксидные смолы и т.д., который уже при монтаже закачивается в полую стенку трубы снизу. Такая конструкция предусматривается только в нижней части башни. Для секций башни диаметром более 4,3 м предусматривается новый технологический процесс соединения гнутых стальных листов, ориентированных в длину, что должно уменьшить количество поперечных сварных швов и тем самым повысить надежность конструкции.

Для ротора и особенно роторных лопаток группа предприятий SCHMOLZ+BICKENBACH предлагает новые высококачественные легированные стали, обладающие высокой прочностью, износостойкостью, вязкостью, длительной и усталостной прочностью. Последнее особенно важно, если учесть условия работы элементов конструкции. Число оборотов ротора турбины составляет от 6 до 20 в минуту, что соответствует числу оборотов вала генератора 900...2000 об/мин. За весь предусмотренный срок службы агрегата число оборотов ротора турбины составит 144 млн, а вала генератора около 15 млрд. Специальные стали, состав которых не раскрывается и составляет Know-How предприятия, и изделия из них изготавливаются по особо тщательной технологии. Выплавка производится в 130-т электродуговой печи скрапп-процессом. Скрапп отбирается особо тщательно и состоит только из отходов качественных сталей. Вторичная обработка, включающая дегазацию и продувку аргоном, производится в ковше. Ковка производится на 3300-т ковочном прессе с получением заготовок диаметром 320...560 мм. Производственные процессы и качество готовой продукции тщательно контролируются по всем необходимым направлениям.

До настоящего времени основная часть ветряных станций строилась мощностью 3 МВт. Сейчас идет осуществление проекта Bard Offshore 1, в котором реализуется строительство станций мощностью 5 МВт. Проектом предусмотрено строительство 80 таких агрегатов в Северном море примерно в 100 км к северо-западу от Боркума. В этом районе глубина моря достигает 40 м. Сейчас идет строительство двенадцатой установки. В конце марта этого года специальный монтажный корабль Wind Lift 1 занял исходную позицию в море и опустил 70-метровые опоры на дно моря, на которых была создана монтажная платформа. На эту платформу были доставлены стальные конструкции для монтажа крупного крана и фундаментные трубы длиной около 90 м и весом около 450 т. Установка должна быть пущена в эксплуатацию летом 2011 г. После полной реализации проекта общая мощность установок составит 400 МВт, что достаточно для снабжения электроэнергией по крайней мере 400000 квартир. Если учесть двадцатилетний срок эксплуатации установки, реализация проекта предотвратит за это время выброс 17 млн т CO₂. Уже в будущем году этот строящийся парк установок станет ведущим в мире.

Обработка металлов давлением

Новый уникальный толстолистовой стан для завода в Выксе (Россия).

В соответствии с подписанным в сентябре 2007 г. контрактом фирма SMS-SIEMAG изготовила и поставила самый мощный в мире реверсивный прокатный стан для прокатки слябов размерами 400 × 2600 × 4000 мм, в толстые листы и плиты размерами (7–150) × (140–4800) мм и массой до 40 т из сталей класса X 120 для изготовления труб магистральных трубопроводов. В объем поставок входит собственно клеть (рис. 5) с такими параметрами: станины высотой 15 м, шириной 6 м, масса клетки в сборе 3700 т, нажимные устройства верхних валков – механические, нижних – гидравлические с давлением масла 260 бар, CVC plus – система осевой сдвижки рабочих валков,

сила прокатки 12000 МН., приводы мощностью 2×12000 кВт, опорные валки размерами 2300×11300 мм и массой 2300 т каждый, рабочие валки размерами 1210×9820 мм и массой 63 т каждый, производительность 1,2 млн т/год.

По условиям изготовления и транспортировки станины клетки выполнена составными. Соединение колонн и поперечин выполнено болтами М 250 и М 350 при гидравлическом напряжении 37 МН. Особенностью составной конструкции является полное отсутствие сужения окна станины при полной нагрузке. Составная станина состоит из двух колонн и двух поперечин, транспортировка которых из завода в Hilchenbach (Германия) потребовала специальных решений. Сначала обе поперечины, весом 169 т каждая, были перевезены в г. Gelsenkirchen (Германия) в специальном вагоне, отсюда – кораблем до Гамбурга, а затем морским путем до Санкт-Петербурга и далее по реке до Выксы. Стоимость транспортировки одной поперечины составила 90 тыс. евро.

Для возможности прокатки широких листов из сверхпрочных сталей для труб магистральных трубопроводов фирмой SMS-SIEMAG разработаны новые шпиндели (Flachzapfenspindeln) для приводов клеток толстолистовых станов и черновых групп широкополосных станов, позволяющие не только передавать экстремальные крутящие моменты при захвате и выбросе раската из валков с приводом мощностью до 12000 кВт, но и обеспечивающие при этом осевой сдвиг рабочих валков по технологии CVC-plus до 250 мм в обе стороны (рис. 6). Такой сдвиг обеспечивается зубчатой муфтой, снабженной обоймой с удлиненными зубьями.

Сначала было проведено обширное исследование головки шпинделя на оптических моделях, которое позволило оптимизировать конструкцию для передачи высоких крутящих моментов.

Затем реальная конструкция было опробована на специальном стенде. Первый такой шпиндель был изготовлен в 2008 г. в рамках модернизации прокатного стана завода Dongkuk Steel в Южной Корее. Затем последовали поставки для толстолистовых станов ММК (Россия), Hundai Steel (Южная Корея) и Minmetals Yungkou (Китай).

Имеются новации и в техническом обслуживании таких шпинделей. В частности, с приводной стороны внедрена жидкая автоматическая непрерывная смазка, которая также предотвращает нагрев трущихся деталей. Со стороны валков лопасти шпинделя смазываются густой смазкой, подаваемой специальным насосом высокого давления к наиболее нагруженным частям. При этом долговечность сменных втулок существенно повышена при одновременном снижении расхода смазки. Головка шпинделя соединена с валом посредством специального торцевого зубчатого зацепления с болтами (рис. 7), которое позволяет проводить демонтаж головки шпинделя, не затрагивая самого вала. Это особенно удобно при недостаточной площади цеха в случае его модернизации. Такая конструкция позволяет реализовать замену карданного вала на разработанный шпиндель, что существенно при высоких нагрузках.



Рис. 6. Шпиндель конструкции фирмы SMS-SIEMAG, позволяющий осевой сдвиг рабочих валков



Рис. 5. Прокатная клетка 5000 на стенде

Кроме самой клетки будут поставлены необходимое механическое оборудование массой 30000 т, две печи для нагрева слэбов, система охлаждения листов, правильная машина, холодильник, линия резки, адьюстаж для охлажденных листов с 9/5-роликовой правильной машиной. В объем поставок входит также электрооборудование, приводы и системы автоматики, включая систему планирования производства. Система двухступенчатого охлаждения листов позволяет получать требуемые механические свойства, а машина горячей правки обеспечивает усилие 40 МН.



Рис. 7. Соединение головки шпинделя с валом конструкции фирмы SMS-SIEMAG

одну шейку) и осевого сдвига рабочих валков (до 150 мм в обе стороны). Замена главных приводов произведена в пять шагов: ноябрь 2007 – клеть 6, ноябрь 2008 – клетки 4 и 5, июнь 2009 – клетки 2 и 3. Модернизацию планируется завершить к концу 2011 г., после чего производительность стана возрастет с 3,6 до 4,0 млн. т/год.

ШСГП фирмы ThyssenKrupp Steel Europe AG в г. Duisburg - Beeckerwerth (Германия) был оснащен уникальной системой «PowerCooling» фирмы Siemens VAI интенсивного принудительного охлаждения полос на отводящем рольганге. Система позволяет получать требуемые механические свойства в широком спектре толщин до 25,4 мм и марок микролегированных прочных и особо прочных сталей, и позволяет экономить легирующие элементы для достижения тех же прочностных свойств. Такие двух- и многофазные стали, сочетающие высокую прочность с высокой штампуемостью требуют многоступенчатого быстрого охлаждения полос на отводящем рольганге от температуры конца прокатки (около 850 °С) до температуры смотки 200–300 °С. Получение различных структурных состояний в зависимости от варианта охлаждения иллюстрируется схемой рис. 8. В отличие от известных систем ламинарного охлаждения система «PowerCooling» основана на принципе управления интенсивностью и количеством подаваемой воды в зависимости от скорости прокатки, толщины и марки стали.

Основные технические данные системы «PowerCooling»:

Толщина и ширина прокатываемых полос – (1–25) × (850–2200) мм;

Скорость прокатки – до 20 м/с

Количество подаваемой воды – (5000–12000) м³/час

Скорость охлаждения – до 400 К/с

Давление воды – до 3,5 бар.

Компьютерная система технического обслуживания металлургического оборудования.

В сообщении фирмы Danieli (Франческа Бенедетти и Марио Падован) описан опыт по организации технического обслуживания оборудования, поставляемого фирмой.

Фирма не ограничивается только поставкой самого оборудования, но и следит за эффективностью его использования на действующих предприятиях, отвечающей требованиям успешного бизнеса. В этой области фирма обеспечивает весь диапазон послепродажного обслуживания с помощью разработанной компьютерной системы Danieli Maintenance Management System-DMMS, включающей пакет программ технического обслуживания, базу производственных данных и целый комплекс служб (рис. 9). На практике система адаптируется к условиям конкретного предприятия. В основу системы положен следующий алгоритм:

$$A_v = (PCT/PDT) \times 100 \%,$$

$$RDT = CT - (LRT + NPS + PMT + FS),$$

$$PCT = PDT - BD,$$

где A_v – готовность оборудования к работе, PCT – фактическое время работы (ч), PDT – фонд рабочего времени, BD – время аварийных простоев (ч), CT – календарный фонд рабочего времени (ч), LRT – время нормируемых простоев

Модернизация широкополосных станов горячей прокатки (ШСГП) с целью производства особо прочных сталей. Этот совместный доклад представили Вольфганг Линднер (Wolfgang Lindner, Vustalpine Stahl GmbH, Linz), Карстен Маттеас (Karsten Matteas, Salzgitter Flachstahl GmbH, Salzgitter), Ульрих Беккер (Ulrich Bekker, ThyssenKrupp Steel Europe AG, Duisburg). Основная цель проведенной модернизации – обеспечение возможности прокатки листовой стали высокой и особо высокой прочности для автоиндустрии.

Модернизация полунепрерывного ШСГП фирмы Voestalpine Stahl GmbH заключалась в замене оборудования всех клетей. Сначала была заменена реверсивная черновая клеть, затем моталки, нагревательные печи, чистовые клетки с увеличенным диаметром опорных валков, система охлаждения полос на отводящем рольганге. ШСГП фирмы Salzgitter Flachstahl, начиная с 2008 г. последовательно оснащалась новыми нагревательными печами с шагающими балками, новой третьей моталкой, заменены главные приводы клетей чистовой группы и сами клетки, которые теперь позволяют прокатку полос шириной до 2000 мм и оснащены системами противоизгиба (усилие до 140 кН на

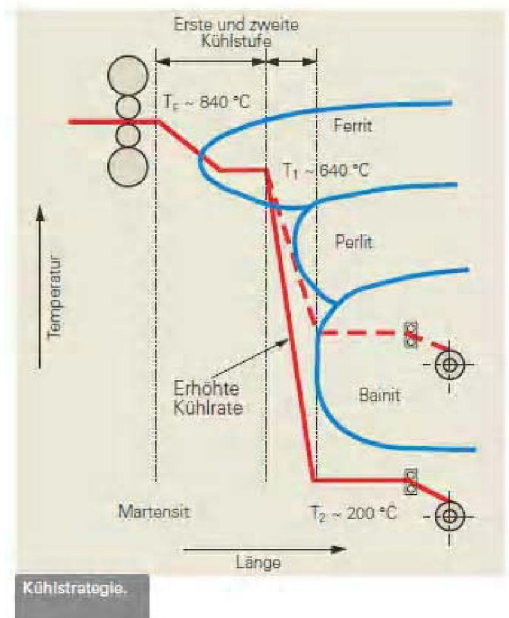


Рис. 8.

(ч), NPS- незапланированные простои (ч), PMT – плановая продолжительность ремонтов (ч), ЕС – простои по внешним причинам.

Увеличение объема работ по профилактическому обслуживанию повышает готовность оборудования к работе до определенного предела, после которого дальнейшие инвестиции в планово-предупредительные ремонты становятся нерентабельными (рис. 10). Этот предел зависит от состояния рынка (цен на готовую продукцию, количества используемого сырья и требований к качеству продукции). Вся информация о ремонтно-профилактических работах поступает в систему для составления сметы и распределения имеющихся ресурсов, и система проводит мониторинг: оптимизацию и контроль продолжительности планово-предупредительных ремонтов, снабжения запасными частями и деталями и производственного внешнего и внутреннего персонала для технического обслуживания оборудования. При этом система учитывает возможность повышения качества продукции и соблюдение стандартов безопасности при ремонтах. Система также включает обучающие программы для повышения квалификации персонала.

Промышленное производство тонких горячекатаных полос способом бесконечной прокатки тонких слябов. Фирма Siemens VAI Metals Technologies GmbH (г. Линц, Австрия) сообщает о вводе в действие первой в мире промышленной линии для бесконечной горячей прокатки тонких полос размерами до 0,8×1600 мм по технологии Arvedi ESP (endless strip production) на заводе в г. Кремона (Италия). Литейно-прокатный агрегат, объединяющий МНЛЗ для литья тонких слябов и стан горячей прокатки в непрерывную технологическую линию, имеет длину всего 190 м. (рис. 11), производительность 2 млн.т/год при сортаменте из всех стандартных марок углеродистых, высокопрочных низколегированных и многофазных сталей для автомобильной, электротехнической промышленности, строительства, машиностроения и производства труб и профилей. Получаемая на установке полоса благодаря постоянному натяжению и высоким скоростям деформации имеет высокие точность размеров и качество поверхности, однородную микроструктуру и максимально возможный выход годного. Расход энергии и выбросов CO₂ сокращен по сравнению с традиционной технологией непрерывного литья и прокатки на 45 %.

Жидкая сталь поступает из нового электросталеплавильного цеха с электродуговыми печами, работающими по технологии Consteel. Процесс Arvedi имеет ряд новых технологических решений, таких как деформация сляба с жидкой сердцевиной и использование «мягкого» (плавного) обжатия – DynaCap Soft Reduktion, благодаря чему обеспечивается высокое качество металла в поперечном сечении полосы. Сляб толщиной 100 мм разливают при



Рис. 9. Система технического обслуживания оборудования фирмы Danieli



Рис. 10. Оптимизация планирования планово-предупредительных ремонтов



Рис. 11. Литейно-прокатный агрегат Arvedi ESP

скорости разливки более 3 м/мин, затем подвергают «мягкому» обжатию (при жидкой сердцевине) в трехклетевом обжимном стане. В индукционной нагревательной печи происходит выравнивание температуры раската по длине до 1100–1200 °С, а чистовая прокатка происходит в трехклетевой непрерывной группе с клетями, оборудованными системами управления профилем валков Smart Grown и контроля толщины полосы. На отводящем рольганге полосу охлаждают системой ламинарного охлаждения, разрезают летучими ножницами и сматывают в рулон массой до 32 т на одной из трех подпольных моталок. Вся линия оснащена интегрированной системой управления процессом, контролирующей все операции литья и прокатки, и системой управления качеством продукции.

Поиск молодых кадров

Проблема квалифицированных кадров стоит перед отраслью всегда достаточно остро. Поэтому в этом году, как и обычно, работала специальная секция, на которой школьники встречались с представителями металлургической отрасли и профессорами технических университетов. Продолжается тесное сотрудничество между дюссельдорфским центром стали и гимназией Гете, о котором уже сообщалось в наших прошлых обзорах. Представители предприятий выступают в школе с докладами о многогранной деятельности их предприятий. Школьники посещают предприятия и центр стали, где они могут проходить практику. Это сотрудничество высоко ценится руководством гимназии. Школьники по своей инициативе организовали создание и развешивание на улицах в районе их гимназии плакатов с информацией о металлургической промышленности, чтобы привлечь внимание прохожих на интересные достижения отрасли. Уже есть первые конкретные результаты сотрудничества. Некоторые школьники поступили после окончания школы в соответствующие университеты с твердым намерением работать в металлургической отрасли. Причем отрасли требуются не только выпускники металлургических специальностей, но и специалисты других профилей, в т.ч. юристы и гуманитарии, которые могут работать как служащие управления и как эксперты по маркетингу.

Еще дальше в направлении сотрудничества со школами пошел металлургический концерн Salzgitter и его исследовательский центр Salzgitter Mannesmann Forschung GmbH, о чем сообщил руководитель центра д-р Бенедикт Риттербах (Benedikt Ritterbach). Он лично взялся на общественных началах преподавать в начальной школе основы технических знаний, чтобы уже с раннего возраста вдохновлять детей перспективами технического творчества. Конечно, работники центра выступают перед школьниками с докладами, а для старших школьников организуют экскурсии и практику. Исследовательский центр постоянно нуждается в молодых квалифицированных кадрах. При этом особым спросом пользуются специалисты в области материаловедения, машиностроения, физики, математики и химии. Из 320 сотрудников центра 120 имеют высшее образование. Вторая кадровая проблема, которую пытается решать центр, это привлечение к работе в технических областях большего количества женщин. В самом центре количество сотрудников-женщин постоянно возрастает. Докладчик привел следующий интересный пример. Одна из сотрудниц центра является матерью четырех детей и в то же время прекрасно справляется с обязанностями руководителя отделения.

Одним из свидетельств работы над развитием творческой активности студентов является ежегодно проводимый конкурс на тему «Сталь летает». Конечно, это название звучит несколько странно, но оно в то же время полностью отображает суть дела. Команды студентов разных технических вузов Германии представляют на конкурс модели летающих аппаратов типа планера из стали. Конечно, сталь прокатывается до состояния тонкой фольги, из которой собственно и изготавливается модель. Модель должна обладать очень хорошими аэродинамическими свойствами, т.к. от этого в первую очередь зависит продолжительность полета. Модель запускается в закрытом зале, полностью защищенном от ветра. Представители каждой команды запускают в воздух свою модель. Оценивается в первую очередь время пребывания модели в воздухе. Такой конкурс проводится с 2001 г. Тогда в конкурсе участвовали всего 3 команды и рекордное время составляло 12,5 с. Уже в 2006 г. это время составило 20,7 с. В 2010 г. соревновалось 17 команд и рекордный результат составил почти 50 сек. При этом модель весила 16 г и имела ширину 800 мм. Победителем оказалась команда Высшей технической школы г. Аахен. На конференции состоялось награждение победителей.

© Д-р техн. наук А. Л. Геллер, д-р техн. наук В. Г. Горелик
Дюссельдорф, Германия

Geller A., Gorelik V. Annual international of metallurgists in Dusseldorf (Germany) «Steel 2010»